

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до самостійної роботи, виконання практичних завдань  
та розрахунково-графічної роботи з дисципліни

### **«ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА І МОНТАЖУ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ»**

(для студентів 2-4 курсів усіх форм навчання та слухачів другої  
вищої освіти з напряму підготовки 0921 (6.060101) «Будівництво»  
спеціальності 7.092108 (7.06010107) «Теплогазопостачання і вентиляція»)

**Харків ХНАМГ 2008**

Методичні вказівки до самостійної роботи, виконання практичних завдань та розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Технологія будівельного виробництва і монтажу систем теплогазопостачання і вентиляції» (для студентів 2-4 курсів усіх форм навчання та слухачів другої вищої освіти з напрямку підготовки 0921 (6.060101) «Будівництво» спеціальності 7.092108 (7.06010107) «Теплогазопостачання і вентиляція») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Л. В. Гапонова. – Х.: ХНАМГ, 2008. – 63 с.

Укладач: к.т.н., доц. Л. В. Гапонова

Рецензент: к.т.н., доц. О. В. Ромашко

Рекомендовано кафедрою експлуатації газових і теплових систем,  
протокол № 9 від 12.09.2008 р.

## ЗМІСТ

I. ВСТУПНА ЧАСТИНА .....	5
1.1. Траса і профіль теплопроводів .....	5
1.2. Конструкція теплопроводів .....	6
1.2.1. Конструкція підземних теплопроводів .....	8
1.2.2. Конструкція теплопроводів у непрохідних каналах .....	9
1.2.3. Конструкція безканальних теплопроводів .....	10
1.2.3.1. Конструкція безканальних теплопроводів у монолітних оболонках .....	10
1.2.3.2. Конструкція безканальних теплопроводів у засипній пороші .....	12
1.2.4. Литі конструкції безканальних теплопроводів .....	12
1.2.5. Павільйони і камери підземних теплопроводів .....	12
1.2.6. Перетинання теплопроводами річок, залізничних колій і дорожніх магістралей .....	13
1.2.7. Захист підземних теплопроводів від затоплення і зволоження .....	13
1.2.8. Надземні теплопроводи .....	14
1.3. Теплоізоляційні матеріали і конструкції .....	14
1.4. Труби і їх з'єднання .....	16
1.5. Опори .....	17

## II. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО

ВИРОБНИЦТВА .....	19
2.1. Визначення видів і обсягів робіт .....	19
2.2. Вибір методів виконання робіт і засобів механізації .....	20
2.3. Розробка технологічної карти .....	20
2.4. Розробка календарного плану будівництва .....	22
2.5. Розробка генплану .....	26
2.6. Розрахунок тимчасових будівель і споруд .....	28
2.7 Розрахунок потреби в електроенергії .....	29
2.8. Розрахунок потреби у воді .....	30
III. ПРИКЛАД РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ .....	31
3.1. Коротка характеристика об'єкта будівництва .....	31
3.2. Підрахунок обсягів будівельно-монтажних робіт .....	31
3.3. Підбір будівельних машин і механізмів .....	32
3.4. Монтаж будівельно-монтажних робіт .....	33
3.5. Земляні роботи .....	38
3.6. Теплова ізоляція трубопроводів .....	39
3.7. Визначення тривалості виконання окремих технологічних комплексів і ув'язка їх в часі .....	40
3.8. Контроль якості будівельно-монтажних робіт .....	40
3.9. Основні вимоги з техніки безпеки й охорони праці .....	46
Завдання РГЗ.....	48
Список літератури .....	55
Додатки .....	56

## **I. ВСТУПНА ЧАСТИНА**

### **1.1. Траса і профіль теплових мереж**

Теплова мережа – це система міцно й щільно сполучених між собою ділянок теплопроводів, по яких теплота за допомогою теплоносіїв (пари або гарячої води) транспортується від джерел до споживачів.

Напрямок теплопроводів вибирають за тепловою картою району з урахуванням матеріалів геодезичної зйомки, плану існуючих і намічених надземних і підземних споруд, даних про характеристику ґрунтів і т. д. Питання про вибір типу теплопроводу (надземний або підземний) вирішують з урахуванням місцевих умов і техніко-економічних обґрунтувань.

При високому рівні ґрунтових і зовнішніх вод, щільності існуючих підземних споруд на трасі проектного теплопроводу, сильно пересіченій ярами і залізничними коліями, в більшості випадків перевага віддається надземним теплопроводам. Їх також найчастіше застосовують на території промислових підприємств при сумісній прокладці енергетичних і технологічних трубопроводів на загальних естакадах або високих опорах.

У житлових районах з архітектурних міркувань звичайно застосовують підземну кладку теплових мереж. Слід сказати, що надземні теплопровідні мережі довговічні й ремонтно-придатні у порівнянні з підземними.

При виборі траси теплопроводу слід керуватися в першу чергу умовами надійності теплопостачання, безпеки роботи обслуговуючого персоналу і населення, можливістю швидкої ліквідації неполадок і аварій.

У цілях безпеки й надійності теплопостачання, прокладку мереж не ведуть в загальних каналах з киснепроводами, газоппроводами, трубопроводами стиснутого повітря з тиском вище 1,6 МПа. При проектуванні підземних теплопроводів за умовами зниження початкових витрат слід вибирати мінімальну кількість камер, споруджуючи їх тільки в пунктах установки арматури і приладів, що потребують обслуговування. Кількість камер скорочується при застосуванні компенсаторів сильфонів або лінзових, а також осьових компенсаторів з великим ходом (здвоєних компенсаторів), природній компенсації температурних деформацій.

На непроїжджій частині допускається залишати виступаючі на поверхню землі перекриття камер і вентиляційних шахт на висоту

0,4 м. Для полегшення спорожнення (дренажу) теплопроводів їх прокладають з ухилом до горизонту. Для захисту паропроводу від попадання конденсату з конденсатопроводу в період зупинки паропроводу або падіння тиску пари після конденсатовідводчиків повинні встановлюватися зворотні клапани або затвори.

По трасі теплових мереж будують поздовжній профіль, на який наносять планувальні й існуючі відмітки землі, рівень стояння ґрунтових вод, існуючі й спроектовані підземні комунікації та споруди, що перетинаються теплопроводом, з вказівкою вертикальних відміток цих споруд.

## **1.2. Конструкція теплопроводів**

Теплопровід складається з трьох основних елементів:

- робочого трубопроводу, що служить для транспортування теплоносія, в сучасних умовах його звичайно виконують із сталевих труб, сполучених між собою за допомогою зварювання;

- ізоляційної конструкції, призначеної для захисту зовнішньої поверхні сталевого трубопроводу від корозії і теплопроводу в цілому від теплових втрат;

- несучої конструкції, що сприймає все вагове навантаження та зусилля, що виникають при його роботі, а також що розвантажує сталевий трубопровід і його ізоляційну конструкцію від навантаження навколишнього середовища (ваги ґрунту, рухомого наземного транспорту, вітру і т. д.).

Конструктивне виконання вказаних елементів залежить від типу теплопроводу і використовуваних матеріалів. У деяких типах теплопроводів, наприклад в безканальному теплопроводі з монолітною ізоляцією функції ізоляційної і несучої конструкції суміщені в одному загальному елементі.

Залежно від використовуваних матеріалів ізоляційна конструкція теплопроводу може виконуватися як у вигляді одного елемента, так і декількох послідовно сполучених елементів, наприклад, декілька накладених один на одного шарів ізоляції, кожен з яких виконує окреме завдання.

Сучасні теплопроводи повинні задовольняти наступним вимогам:

- надійна міцність і герметичність трубопроводів і встановленої на них арматури при очікуваному в експлуатаційних умовах тиску і температурі теплоносія;

- високий і стійкий в експлуатаційних умовах тепловий і електроопір, а також низька повітропроникність і водопоглинання ізоляційної конструкції;

- індустріальність і збірність; можливість виготовлення у заводських умовах всіх основних елементів теплопроводу, укрупнених до меж, визначуваних типом і потужністю підйомно-транспортних засобів; збирання теплопроводів на трасі з готових елементів;

- можливість механізації усіх трудомістких процесів будівництва і монтажу;

- ремонтпридатність, тобто можливість швидкого виявлення причин виникнення відмов або пошкоджень і усунення їх та наслідків шляхом проведення ремонту в заданий час;

- економічність при будівництві й експлуатації.

Всі підземні теплопроводи, в першу чергу теплопроводи безканалні і в непрохідних каналах працюють, як правило, в умовах високої вологості й підвищеної температури навколишнього середовища, тобто в умовах, сприятливих для корозії металевих споруд. Тому найважливішим елементом тут є ізоляційна конструкція, призначенням якої є тільки захист трубопроводу від теплових втрат, але і захист трубопроводу від зовнішньої корозії.

У тому разі, коли ізоляційний шар виконаний з пористого матеріалу, наприклад, мінеральної вати, пінобетону, бітумоперліту та ін., необхідно захистити його від зовнішньої вологи і повітря зовнішнім покриттям з матеріалу з низьким водопоглинанням і низькою повітропроникністю, наприклад з поліетилену або ізолу. Основний метод захисту підземних теплопроводів від електрохімічної корозії полягає у виконанні ізоляційного шару з матеріалу з високою вологістю і електроопором.

Інше можливе вирішення цього завдання полягає в електричній ізоляції металу від електроліту шляхом накладення на зовнішню поверхню сталевих трубопроводів антикорозійного покриття, що має великий електричний опір, наприклад шляхом емалювання зовнішньої поверхні або нанесення двошарового покриття температуростійким ізолом або тришарового покриття органосилікатною фарбою АС-8А.

Джерелами електричної корозії сталевих підземних теплопроводів звичайно служать установки постійного струму, наприклад електрифіковані залізниці і трамваї, з рейкових шляхів яких електричний струм стікає на землю. В анодних зонах, де струм стікає з металевих трубопроводів у ґрунт, відбувається руйнування трубопроводів.

Для обмеження натікання блукаючих струмів на підземні теплопроводи можна бути використати різні методи або їх комбінації, зокрема:

- створення високого електричного опору між металевим трубопроводом і навколишнім середовищем на всьому його протязі (виконання теплоізоляційної конструкції з матеріалу з високим електричним опором або накладення на зовнішню поверхню трубопроводу покривного шару, що має високий електроопір);

- збільшення перехідного електричного опору на межі рейки ґрунт (укладання рейкових шляхів на основу з бітумізованого гравію, що має підвищений електроопір);

- підвищення електричного опору ґрунту навколо теплопроводу;

- підвищення поздовжнього електричного опору теплопроводу шляхом його електричного секціонування (установка електроізолюючих прокладок між фланцями і електролізуєчих футлярів на болтах у місцях з'єднання окремих секцій трубопроводів);

- збільшення поздовжньої електропровідності рейкового шляху за допомогою установки електропровідних перемичок між окремими ланками рейок у місцях стикування.

Можливі також чисто електричні методи захисту, наприклад, створення навколо теплопроводу контрструму, рівного за значенням, але направленого проти блукаючих струмів.

Найбільш поширеними конструкціями теплопроводів є підземні.

### ***1.2.1. Конструкції підземних теплопроводів***

Всі конструкції підземних теплопроводів можна розділити на дві групи: каналні й безканалні.

У каналних теплопроводах ізоляційна конструкція розвантажена від зовнішніх навантажень ґрунту стінками каналу.

У безканалних теплопроводах ізоляційна конструкція випробує навантаження ґрунту.

У даний час більшість каналів для теплопроводів споруджують із збірних залізобетонних елементів, заздалегідь виготовлених на заводах або спеціальних полігонах. З усіх підземних теплопроводів найбільш надійними, але й найбільш дорогими за початковими витратами є теплопроводи у прохідних каналах. Основна перевага прохідних каналів – постійний доступ до трубопроводів. Прохідні канали дозволяють замінювати й додавати трубопроводи,



проводити ревізію, ремонт і ліквідацію аварій на трубопроводах без руйнування дорожніх покриттів і розкриття мостових. Прохідні канали застосовують звичайно на виводах від теплоелектроцентралей і на основних магістралях промплощадок крупних підприємств. В останньому випадку в загальному каналі прокладають всі трубопроводи виробничого призначення (паропроводи, водоводи, трубопроводи стиснутого повітря).

У крупних містах доцільно споруджувати прохідні канали (колектори) під основними проїздами до влаштування на цих проїздах вдосконаленого дорожнього одягу. У таких колекторах прокладають більшість підземних міських комунікацій: теплопроводи, водопроводи, силові й освітлювальні кабелі, кабелі зв'язку та ін.

Габаритні розміри прохідних каналів вибирають з умови забезпечення достатнього проходу для обслуговуючого персоналу і вільного доступу до всіх елементів устаткування, що вимагають постійного обслуговування (засувки, сальникові компенсатори, дренажні пристрої і т. п.).

Прохідні канали повинні бути обладнані природною вентиляцією для підтримки температури повітря не вище 30°C, електричним освітленням низької напруги (до 30 В), пристроєм для швидкого відведення води з каналу. Ізоляцію даних конструкцій виконують за допомогою захисту за допомогою покривного шару з гідрофобного рулонного матеріалу, наприклад поліетилену або бризолу, а також теплоізоляційної оболонки на трубопроводі від краплинної вологи.

У тих випадках, коли кількість трубопроводів, що паралельно прокладаються, невелика (2-4), але постійний доступ до них необхідний, наприклад перетин автомагістралей з удосконаленими покриттями, теплопроводи споруджуються в напівпрохідних каналах. Габаритні розміри останніх вибирають з умови проходу по них людини в напівзігнутому стані. У напівпрохідних каналах можна проводити огляд трубопроводів і дрібний ремонт теплової ізоляції при виведенні з роботи теплової мережі.

Більшість теплопроводів прокладають у непрохідних каналах або безканально.

### ***1.2.2. Конструкція теплопроводів у непрохідних каналах***

Канали збирають з уніфікованих залізобетонних елементів різних розмірів. Для надійної і довговічної роботи теплопроводу необхідний захист каналу від надходження в нього ґрунтових

поверхневих вод. Як правило, нижня основа каналу повинна бути вище за максимальний рівень ґрунтових вод.

Для захисту від поверхневих вод зовнішню поверхню каналу (стіни і перекриття) покривають гідроізоляцією з бітумних матеріалів.

При прокладанні теплопроводів нижче за максимальний рівень ґрунтових вод споруджують попутні дренажі, які знижують місцевий рівень ґрунтових вод по трасі теплопроводу нижче за його основу.

Головна перевага теплопроводу з повітряним зазором у порівнянні з безканальним полягає у створенні сприятливих умов для висихання теплової ізоляції, а суха тепла ізоляція зменшує не тільки теплові втрати, але й небезпеку хімічної і електрохімічної зовнішньої корозії підземного теплопроводу.

У каналах з повітряним зазором ізоляційний шар можна виконувати у вигляді підвісної ізоляційної конструкції. Вона складається з трьох елементів: антикорозійного захисного шару, теплоізоляційного шару, захисного механічного покриття. Для збільшення довговічності теплопроводу конструкцію підвісної ізоляції (в'язальний дріт або металева сітка), покривають зверху оболонкою з некородіруючих матеріалів або азбестоцементною штукатуркою.

### ***1.2.3. Конструкція безканальних теплопроводів***

Безканальні теплопроводи застосовують у тому випадку, коли вони за надійністю й довговічністю не поступаються теплопроводам в непрохідних каналах і навіть перевершують їх, будучи економічнішими в порівнянні з останніми за початковою вартістю і трудовитратами на спорудження і експлуатацію.

Всі конструкції безканальних теплопроводів можна розділити на три групи: у монолітних оболонках, засипні, литі.

Вимоги до ізоляційних конструкцій такі ж, як до конструкцій теплопроводів у каналах.

#### ***1.2.3.1. Конструкція безканальних теплопроводів у монолітних оболонках***

У цих теплопроводах на сталевий трубопровід накладена в заводських умовах оболонка, що суміщує тепло і гідроізоляційні конструкції. Принципово теплопроводи можуть застосовуватися не тільки безканально, але й в каналах.

Сучасним вимогам відповідають теплопроводи з монолітною теплоізоляцією з комірчастого полімерного матеріалу типу

пінополіуретану із замкнутими порами і інтегральною структурою. Застосування полімерного матеріалу дозволяє створювати ізоляційну конструкцію із заздалегідь заданими властивостями. Особливість інтегральної структури теплогідроізоляційної конструкції полягає в тому, що окремі шари матеріалу розподілені за щільністю відповідно до їх функціонального призначення. Периферійні шари ізоляційного матеріалу, прилеглі до зовнішньої поверхні поліетиленової оболонки, мають вищу щільність і міцність, а середній шар, що виконує основні теплоізоляційні функції, має меншу щільність, зате й нижчу теплопровідність. Завдяки хорошій адгезії периферійних шарів ізоляції до поверхні контакту істотно підвищується міцність ізоляційної конструкції. Завдяки високому тепло- і електроопору і низькій повітропроникності й вологи поглинанню зовнішньої поліетиленової оболонки теплогідроізоляційна конструкція захищає теплопровід не тільки від теплових втрат, але і від зовнішньої корозії. На базі пінополімерних матеріалів створено ряд модифікацій ізоляційних конструкцій теплопроводів, що проходять в даний час стадію технологічного доопрацювання і дослідної перевірки. Ось головні з них:

- полімербетонна ізоляція, яку виконують методом формування з полімерних матеріалів з неорганічними наповнювачами, в якій гідроізоляційною оболонкою служить щільний полімербетон;
- ізоляція, що накладається на сталеву трубу методом напилення, призначена в основному для теплопроводів діаметром більше 500 мм.

Разом з конструкціями безканальних теплопроводів з монолітними оболонками, що мають адгезію до поверхні сталевих теплопроводів, споруджують також теплопроводи з монолітними оболонками без адгезії до поверхні теплопроводів. Одним з типів індустриальних безканальних теплопроводів у монолітних оболонках без адгезії до зовнішньої поверхні труби є теплопровід у бітумоперлітній ізоляції.

Бітумоперліт, бітумокерамзит та інші аналогічні ізоляційні матеріали на бітумному терпкому компоненті володіють істотними технологічними перевагами, що дозволяють порівняно просто індустриалізувати виготовлення монолітних оболонок на теплопроводах. Але разом з цим технологія виготовлення оболонок потребує поліпшення для забезпечення рівномірної щільності й гомогенності бітумоперлітної маси як по периметру труби, так і по її довжині. Крім того, бітумоперлітна ізоляція при тривалому прогріванні при 1500С втрачає водостійкість, що веде до зниження

антикорозійної стійкості. Для підвищення антикорозійної стійкості бітумоперліту в процесі виготовлення гарячої формової маси вводять полімерні добавки в портландцемент, що підвищує температуростійкість, вологостійкість, міцність і довговічність конструкції.

#### *1.2.3.2. Конструкція безканальних теплопроводів у засипній пороші*

Ці теплопроводи знаходять застосування головним чином при трубопроводах малого діаметру – до 300 мм. Переваги даної конструкції в порівнянні з теплопроводами з монолітними оболонками полягають у простоті виготовлення ізоляційного шару (засипний порошок транспортується в упаковках). Однією з конструкцій такого типу є безканальний теплопровід у засипних самоспікаючих асфальтидах. Основний компонент для виготовлення самоспікаючого порошку - природний бітум-асфальтит або штучний бітум-продукт заводів нафтопереробки.

#### *1.2.4. Литі конструкції безканальних теплопроводів*

З литих конструкцій безканальних теплопроводів деяке застосування отримали теплопроводи в пінобетонному масиві. Як матеріал для спорудження таких теплопроводів може бути використаний перлітобетон. Змонтовані в траншеї сталеві трубопроводи заливають рідкою композицією, приготовленою безпосередньо на трасі або доставленою в контейнері з виробничої бази. Після схоплювання пінобетонний або перлітбетонний масив засипають ґрунтом. Для захисту зовнішньої поверхні сталевих трубопроводів від адгезії з ізоляційним масивом їх покривають зовні шаром антикорозійного мастичного матеріалу. Для підвищення антикорозійної стійкості зовнішню поверхню сталевих трубопроводів емалюють або накладають на неї інший захисний шар.

#### *1.2.5. Павільйони й камери підземних теплопроводів*

Засувки, сальникові компенсатори, повітряні клапани дренажна та інша арматура підземних теплопроводів, що вимагає обслуговування, розташовують звичайно в камерах. На магістральних теплопроводах діаметром 500 мм і вище в камерах розміщують засувки з електро- або гідроприводом, що мають великі зовнішні габарити. Для створення сприятливих умов для обслуговування

теплопроводів з великогабаритною арматурою камери розташовують поза проїжджою частиною і над ними будують надземні споруди у вигляді павільйонів. За відсутності на теплопроводах засувок з електро- або гідроприводом, а також на теплопроводах меншого діаметру влаштовують підземні камери без надземного павільйону. Будова і габаритні розміри камер повинні забезпечувати зручність і безпеку обслуговування. Кожна камера повинна мати не менше двох вихідних люків, які мають бути відкриті при знаходженні в камері обслуговуючого персоналу. У днищі камери влаштовують прямки для збору і спуску або відкачування дренажних вод.

#### ***1.2.6. Перетинання теплопроводами річок, залізничних колій і дорожніх магістралей***

Найбільш простий метод перетинання річкових перешкод – прокладка теплопроводів по будівельній конструкції залізничних або автодорожніх мостів. Проте мости через річки в районі прокладання теплопроводів часто відсутні, а спорудження спеціальних мостів для теплопроводів при великій довжині прольоту дорого коштує. Можливими варіантами вирішення цього завдання є спорудження підвісних переходів або підводного дюкера. Сучасні удосконалені покриття автодорожніх магістралей коштують дорого, тому перетинання їх знов споруджуваними теплопроводами проводиться звичайно закритим способом, методом щитової проходки. Таку споруду влаштовують за допомогою щита, що є циліндровою зварною оболонкою, виконаною із зварного листа. Перетинання теплопроводами залізничних або автодорожніх насипів також виконують без зупинки руху методом проколу. За допомогою потужних гідравлічних домкратів в тіло насипу вдавлюють сталеву трубу-гільзу, яка наскрізь проходить через насип. Після очищення від ґрунту труба використовується як гільза-оболонка, всередині якої прокладають ізольований теплопровід. При перетинанні насипів електрифікованих залізниць теплопровід треба електрично ізолювати від сталеві гільзи для захисту від електрокорозії.

#### ***1.2.7. Захист підземних теплопроводів від затоплення і зволоження***

Однією з основних умов довговічності підземних теплопроводів є захист їх від затоплення ґрунтовими або верховими водами. Затоплення приводить до псування ізоляції і зовнішньої

корозії трубопроводів. Єдине рішення при прокладці теплопроводів нижче за рівень ґрунтових вод полягає у зниженні цього рівня за допомогою поздовжнього дренажу. Конструкція самого теплопроводу залишається в цьому випадку такою ж, як і для сухих ґрунтів.

Головна вимога до дренажу ґрунтових вод в зоні прокладки теплопроводу полягає в тому, щоб рівень ґрунтових вод при роботі дренажу, був нижче за днище каналу або нижньої відмітки ізоляційної конструкції теплопроводу при безканальній прокладці. Для захисту теплопроводу від поверхневих вод в першу чергу необхідне планування поверхні землі над теплопроводом. Відмітка поверхні землі над теплопроводом повинна дещо перевищувати відмітку навколишнього ґрунту. Бажаним є влаштування пристрій над теплопроводом вуличного одягу у вигляді асфальтового покриття.

Досвід показує, що теплопроводи, які працюють цілорічно, знаходяться у кращому стані, ніж ті, що працюють сезонно або періодично.

### ***1.2.8. Надземні теплопроводи***

Надземні теплопроводи укладають на опорах, що окремо стоять, на вантових конструкціях, підвішених до пілонів щогл, на естакадах. У СРСР були розроблені типові конструкції надземних теплопроводів на високих і низьких залізобетонних опорах, що стоять окремо. При прокладці теплопроводів на низьких опорах відстань між нижньою утворюючою ізоляційною оболонкою трубопроводу і поверхнею землі приймають не менше 0,35 м при ширині групи труб до 1,5 м і не менше 0,5 м. Високі опори, що стоять окремо, можуть виконуватися жорсткими, гнучкими й такими, що коливаються. Матеріали для щогл вибирають залежно від типу і призначення теплопроводу. Найбільш відповідним матеріалом для щогл стаціонарних конструкцій є залізобетон. У місцях установки арматури трубопроводів треба передбачити пристрої для зручного підйому обслуговуючого персоналу і безпечного обслуговування арматури. У цих місцях влаштовуються майданчики з огорожами і постійними сходами.

### **1.3. Теплоізоляційні матеріали і конструкції**

Важливе значення у влаштуванні теплопроводу має теплова ізоляція. Від якості ізоляційної конструкції теплопроводу залежать не тільки теплові втрати, але і його довговічність. При відповідній якості

матеріалів і технології виготовлення теплової ізоляції може одночасно виконувати роль антикорозійного захисту зовнішньої поверхні сталевих трубопроводів. До таких матеріалів відносяться поліуретан і похідні на його основі – полімербетон і біон.

Основні вимоги до теплоізоляційних конструкцій наступні:

- низька теплопровідність як в сухому стані, так і в стані природної вологості;
- мале водопоглинання і невелика висота капілярного підйому рідкої води;
- мала корозійна активність;
- високий електричний опір;
- лужна реакція середовища ( $\text{pH} > 8,5$ );
- достатня механічна міцність.

Основними вимогами до теплоізоляційних матеріалів паропроводів електростанцій і котельних є низька теплопровідність і висока температуростійкість. Такі матеріали характеризуються великим вмістом повітряних пор і малою об'ємною щільністю. Останню якість цих матеріалів зумовлює їх підвищена гігроскопічність і водопоглинання.

Однією з основних вимог до теплоізоляційних матеріалів для підземних теплопроводів є мале водопоглинання. Тому високоефективні теплоізоляційні матеріали з великим вмістом повітряних пор, легко всмоктуючи вологу з навколишнього ґрунту, як правило, не придатні для підземних теплопроводів.

Вибір теплоізоляційної конструкції та розмірів залежить від типу теплопроводу і початкових матеріалів і виконується на основі техніко-економічних розрахунків. При сучасних масштабах теплофікації і централізованого теплопостачання проблема теплової ізоляції теплових мереж має велике народногосподарське значення.

При спорудженні теплопроводів в каналах як теплової ізоляцію часто застосовують вироби з мінеральної вати, захищеної бітумініровою від зволоження. На зовнішню поверхню сталевих труб накладають антикорозійне покриття (емаль, ізол та ін.). На антикорозійне покриття укладають шар з мінеральної вати, армований сталевим сіткою. Зверху шару укладають напівциліндрові азбестоцементні футляри, які закріплюють на теплопроводі сталевим сіткою, що зверху покривається азбестоцементною штукатуркою.

#### 1.4. Труби і їх з'єднання

Техніка транспортування теплоти ставить наступні вимоги до труб, вживаних для теплопроводів:

- достатня механічна міцність;
- еластичність і стійкість проти термічного напруження при змінному тепловому режимі;
- постійність механічних властивостей;
- стійкість проти зовнішньої і внутрішньої корозії;
- мала шорсткість внутрішніх поверхонь;
- відсутність ерозії внутрішніх поверхонь;
- малий коефіцієнт температурних деформацій;
- високі теплоізолюючі властивості стінок труби;
- простота, надійність і герметичність з'єднання елементів;
- простота зберігання, транспортування і монтажу.

Всі відомі до теперішнього часу типи труб одночасно не задовольняють всім перерахованим вимогам. Зокрема цим вимогам не повністю задовольняють сталеві труби, вживані для транспортування пари і гарячої води. Проте високі механічні властивості й еластичність сталевих труб, а також простота, надійність і герметичність з'єднань (зварка) забезпечили практично стовідсоткове застосування цих труб у системах централізованого теплопостачання.

У даний час для спорудження теплових мереж застосовують, як правило, сталеві труби, виготовлені з так званої, спокійної сталі. Для підбору сортаменту сталевих труб і арматури для теплових мереж користуються шкалою тиску за ГОСТ 356-80. В основу побудови шкали тиску покладено ділення всіх трубопроводів на вісім груп залежно від температури середовища, що транспортується. Шкала розроблена таким чином, що одна і та ж труба може застосовуватися для транспортування теплоносія з будь-якою температурою від  $0^{\circ}\text{C}$  до встановленої для труби з даної марки сталі граничної температури  $t_{np} = 445^{\circ}\text{C}$ , але при різному тиску.

Основні типи сталевих труб, вживаних для теплових мереж:

- діаметром до 400 мм включно – безшовні, гарячекатані;
- діаметром вище 400 мм – електрозварювання з поздовжнім швом і електрозварювання із спіральним швом.

Труби для теплових мереж виготовляють головним чином із сталі таких марок: Ст2сп, Ст3сп, стали 10, 20, 10Г2, 15ГС, 16ГС, 17ГС.

Труби електрозварювання виготовляють як прямошовні, так і із спіральним швом з різною товщиною стінки. Сортамент труб вибирають з урахуванням умовного тиску, максимальної температури



теплоносія, діаметра трубопроводу і марки стали, з якої він виготовлений. Сталеві водогазопровідні труби з різьбленням не рекомендують застосовувати для теплових мереж через підвищені витрати матеріалу в зв'язку з хворою товщиною стінки, викликаного наявністю різьблення. Трубопроводи теплових мереж з'єднують між собою за допомогою електричного або газового зварювання.

Схема трубопроводів, розміщення опор і компенсуючих пристроїв повинні бути вибрані так, щоб сумарне напруження від усіх навантажень, що одночасно діють, ні в одному перетині трубопроводу не перевершувало того, що допускається. Найбільш слабким місцем сталевих трубопроводів, за яким слід вести перевірку напруження, є зварні шви. Коефіцієнт міцності зварних швів, що є відношенням напруження, яке допускається, для шва до напруження, що допускається, для цілої стінки.

Трубопроводи теплових мереж розраховані на міцність по формулах для тонкостінних посудин, оскільки у них відношення товщини стінки до діаметра  $\delta/d < 1,5$ .

### **1.5. Опори**

Опори є відповідальними деталями теплопроводу. Вони сприймають зусилля від трубопроводів і передають їх на несучі конструкції або ґрунт. При спорудженні теплопроводів застосовують опори двох типів: вільні й нерухомі. Вільні опори сприймають вагу трубопроводу і забезпечують його вільне переміщення при температурних деформаціях. Нерухомі опори фіксують положення трубопроводу в певних точках і сприймають зусилля, що виникають в місцях фіксації під дією температурних деформацій і внутрішнього тиску.

При безканальній прокладці відмовляються від установки вільних опор під трубопроводами, щоб уникнути нерівномірних посадок і додаткового напруження. У цих теплопроводах труби укладають на незайманий ґрунт або ретельно утрамбований шар піску. При розрахунку напружень, що вигинають, і деформацій трубопровід, що лежить на вільних опорах, розглядається як багатопроблотна балка. За принципом роботи вільні опори діляться на ті, що ковзають, роликові, каткові й підвісні. Для того, щоб ролик обертався, необхідно, щоб момент сил, що створюється трубопроводом на поверхні ролика, щодо осі обертання перевищував суму моментів сил тертя на поверхні ролика і на поверхнях цапф тієї ж осі. При виборі типу опор слід не тільки керуватися значенням розрахункових зусиль, але і враховувати

роботу опор в умовах експлуатації. Із збільшенням діаметрів трубопроводів різко зростають сили тертя на опорах.

Для зменшення перекосів трубопроводу бажано довжину підвіски вибирати можливо більшою. При неприпустимості перекосів труби і неможливості застосування ковзаючих опор слід застосовувати пружинні підвісні опори або опори з противагою. З усіх зусиль, що діють на нерухому опору, найбільш значною є неврівноважена сила внутрішнього тиску. Для уніфікації розрахунків і стандартизації конструкцій нерухомих опор прийнято умовно ділити їх на дві групи: нерозвантажені й розвантажені. До першої групи належать опори, що сприймають осьову реакцію внутрішнього тиску. До другої групи належать опори, на які осьова реакція внутрішнього тиску не передається.

Таким чином, теплові мережі є складною сукупністю трубопроводів, по яких транспортуються теплові одиниці, іноді на дуже великі відстані. Безліч чинників – безпека, середовище траси, економічність у використанні матеріалу й зручність впливають на конструкцію устаткування. Не існує типу труб, який задовольняв би умовам надійності, міцності, еластичності, безпеки та багато інших. Тому слід вибирати оптимальну конструкцію труб, ізоляції, опорних конструкцій, а також виконувати раціональне трасування, враховуючи рельєф і умови зовнішнього середовища.

## II. СКЛАД РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ З ТЕХНОЛОГІЇ І ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Розрахунково-графічна робота з будівельного виробництва на монтаж теплових мереж складається з розрахункової і графічної частин, які оформляють у вигляді записки (обсяг 20-26 стор.) і графічного матеріалу (аркуші формату А1).

**Пояснювальна записка** повинна містити такі частини:

1. Визначення видів і обсягів робіт.
2. Вибір методів виконання основних будівельно-монтажних робіт і засобів механізації.
3. Розробка технологічної карти на один вид робіт.
4. Розробка календарного плану виконання робіт.
5. Розробка будівельного генерального плану.

**Графічна частина** розділу повинна містити три креслення:

1. Технологічна карта.
2. Календарний графік на будівельно-монтажні роботи з графіком руху робочої сили.
3. Будівельний генеральний план на основний період будівництва (план, розріз) з прив'язкою монтажних механізмів; розміщенням тимчасових доріг, складських і побутових споруд; умовними позначеннями і експлікацією.

Розділ проекту починають із вступу, де обґрунтовують актуальність розробки проекту з технології і організації будівництва.

### 2.1. Визначення видів і обсягів робіт

Номенклатуру будівельно-монтажних робіт основного періоду зведення будівлі складають в технологічній послідовності виконання і заносять в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Відомість підрахунку обсягів робіт

№ п/п	Найменування робіт	Формули підрахунку і ескізи	Обсяг робіт	
			Один. виміру	К-ть
1	2	3	4	5

Обсяг робіт підраховують за кресленнями архітектурно-планувальних рішень. Одиниці вимірювання в підрахунках обсягів робіт повинні відповідати одиницям вимірювання, прийнятим у кошторисних нормах (Додаток 1).

## 2.2. Вибір методів виконання робіт і засобів механізації

На основі встановленої номенклатури робіт вибирають методи їх виконання, які забезпечують виконання робіт у заданих термінах з максимальним використанням високопродуктивних засобів механізації і прогресивних методів праці.

Вибір методів виконання для кожного виду робіт треба проводити в технологічній послідовності, супроводжуючи необхідними розрахунками й рисунками.

## 2.3. Розробка технологічної карти

У записці до технологічної карти повинні бути наведені основні рішення і розрахунки з виконання даного процесу.

У розділі «*Область застосування карти*» стисло наводять основні вказівки щодо застосування даної карти.

У розділі «*Технологія і організація процесу*» визначають способи доставки матеріалів, виробів і т. д. Встановлюють послідовність й технологію виробництва процесів даного виду робіт. Вибирають технічні засоби для виконання робіт. Розробляють калькуляцію трудових витрат і заробітної плати (табл. 2.2).

У розділі «*Матеріально-технічні ресурси*» наводять потребу в конструкціях, матеріалах, напівфабрикатах (табл. 2.3), монтажних механізмах, устаткуванні, пристроях і т. д. (табл. 2.4).

Таблиця 2.2 – Калькуляція трудових витрат і заробітної плати

№ п/п	Обґрунтування	Обсяг робіт		Норма часу, люд.-год.	Трудовитрати люд.-год.	Розцінка, грн.	Зарплата, грн.
		Од. виміру	К-ть				

Таблиця 2.3 – Потреба в матеріальних ресурсах

<b>№ п/п</b>	<b>Марка (характер)</b>	<b>Од. виміру.</b>	<b>К-ть</b>
------------------	-------------------------	------------------------	-------------

Таблиця 2.4 – Відомість машин, механізмів і устаткування

<b>№ п/п</b>	<b>Найменування</b>	<b>Марка</b>	<b>К-ть</b>	<b>Технічна характеристика</b>
--------------	---------------------	--------------	-------------	--------------------------------

У розділі «Техніко-економічні показники» наводять в табл. 2.5:

1. Тривалість робіт, дн.;
2. Загальну трудомісткість робіт, люд.-дн.;
3. Вироблення на 1 люд.-дн.;
4. Трудомісткість одиниці робіт, люд.-дн./м<sup>2</sup>, м<sup>3</sup> і т. д.

Таблиця 2.5 – Техніко-економічні показники

<b>№ п/п</b>	<b>Показник</b>	<b>Од. виміру</b>	<b>Значення</b>
------------------	-----------------	-----------------------	-----------------

На кресленні технологічної карти наводять план і розріз тієї частини будівлі, на якій виконуватиметься технологічний процес, що розробляється. На плані показують розбиття будівлі на захватки, напрям розвитку процесу, розміщення механізмів. Також наводять схеми організацій робочих місць на 3-4 процеси з вказівкою місць – розташування механізмів, робітників, інвентаря і пристроїв з прив'язкою до частини будівлі (використовуючи типові карти трудових процесів).

Окрім перерахованого графічного матеріалу на аркуш виносять: календарний графік даного процесу (табл. 2.6), відомість машин, механізмів і пристроїв; вказівки з виконання робіт; з техніки безпеки і ТЕП.

## 2.4. Розробка календарного плану будівництва

Розробку лінійного календарного плану зведення будівлі (рис. 2) починають з лівої розрахункової частини. При цьому необхідно дотримувати наступні вимоги:

1. По можливості об'єднувати, укрупнювати роботи, щоб графік був лаконічний і зручний для читання.
2. Роботи основного періоду рекомендується починати тільки після закінчення підготовчих робіт.
3. Зводити надземну частину будівлі тільки після влаштування підземної частини і зворотної засипки пазух котловану.
4. Не об'єднувати роботи, що проводяться різними виконавцями (ланками, бригадами, ділянками).
5. Роботи субпідрядних організацій пов'язувати тільки з роботою генпідрядника і між собою.
6. Забезпечити максимальне поєднання робіт у просторі й часі з урахуванням вимог правил техніки безпеки.
7. Передбачити рівномірне використання робітників.
8. Загальна тривалість будівництва за графіком, не повинна перевищувати нормативну.

Змінність робіт визначають, виходячи із специфіки робіт і прийнятої схеми їх виконання.

Кількість чоловік у ланці або бригаді в день приймають згідно з ЕНіР за видами робіт.

Тривалість робіт у (днях) визначають за формулами:  
для механізованих

$$t = Q_M^H / k \cdot a \cdot n, \quad (1)$$

де  $Q_M^H$  – нормативна машинозмінність роботи, маш.-зм.;  
 $k$  – планований коефіцієнт перевиконання норми виробітку;  
 $k = 1, 1 \dots 1, 20$ ;  
 $a$  – кількість механізмів, що виконують даний процес;  
 $n$  – змінність робіт;

$$Q_M^H = H_{ep} \cdot V / 8,2, \quad (2)$$

де  $H_{ep}$  – норма часу на виконання процесу, маш.-год.;  
 $V$  – обсяг робіт,  
8,2 – тривалість робочої зміни, год.;

Таблиця 2.6 – Календарний графік

[illegible]

для ручних

$$t = Q_p^H / k \cdot m, \quad (3)$$

де  $Q_p^H$  – нормативна трудомісткість роботи, люд.-дн.;

$m$  – кількість робітників, що виконують даний процес, за день.

Отриману тривалість робіт округлити до цілого числа.

Прийнятий машинний – і трудомісткість робіт визначають відповідно за формулами:

$$Q_M^{np} = t \cdot a \cdot n, \quad (4)$$

$$Q_p^{np} = t \cdot m. \quad (5)$$

На основі лінійного графіка будують графік руху робітників. Для цього підсумовують кількість робітників за день по паралельно виконуваним роботам (рис. 1).

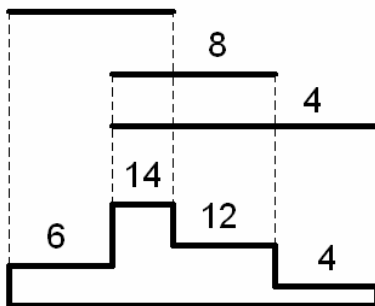


Рис. 1 – Побудова графіка руху робочого часу

Графік руху робочої сили повинен мати плавну ступінчасту форму без «пиків» і «провалів».

Побудований календарний графік аналізують: за коефіцієнтом використання робочої сили

$$\alpha = \frac{P_{\max}}{P_{cp}} \leq 2, \quad (6)$$



де  $P_{\max}$  – максимальна кількість робітників за день (за графіком руху робочої сил), люд.;

$P_{cp}$  – середня кількість робітників за день, люд.;

$$P_{cp} = \sum Q_p^{np} / T, \quad (7)$$

де  $\sum Q_p^{np}$  – сумарна трудомісткість усіх видів робіт (за графіком), люд.- дн.;

$T$  – загальна тривалість будівництва за графіком, днів за коефіцієнтом об'єднання робіт:

$$2 < k < 4, \quad k = \sum t/T, \quad (8)$$

де  $\sum t$  – сумарна тривалість робіт, днів.

Всі необхідні рішення ухвалюють при розробці календарного плану і розрахунки наводять в пояснювальній записці. Окрім цього в записці наводять: відомість потреби в матеріалах, виробх, напівфабрикатах (табл. 2.7); графіки роботи основних машин і механізмів (табл. 2.8), постачання будівельних конструкцій, матеріалів і виробів (табл. 2.9) на підставі календарного плану.

Таблиця 2.7 – Відомість потреби в конструкціях, матеріалах, виробих і напівфабрикатах

№ п/п	Вид робіт	Од. виміру	Кількість	Обсяг	Матеріали і їх кількість				
					Цегла		Розчин		І т.д.
					Норма витрати на єдиний	Всього на весь обсяг	Норма витрати на одиницю	Всього на весь обсяг	

Таблиця 2.8 – Графік роботи будівельних машин

№ п/п	Найменування	Марка	К-ть	Час знаходження на об'єкті			Місяці, дні, зміни
				Початок роботи	Закінчення роботи	Тривалість роботи	

Таблиця 2.9 – Графік надходження матеріальних ресурсів

№ п/п	Найменування вимірювання	Од. виміру	Кількість	Місяць будівництва		
				Березень	Квітень	Травень

Терміни постачання матеріалів або конструкцій можуть співпадати з термінами виробництва СМР або випереджати їх.

## 2.5. Розробка генплану

Генбудплан складають в масштабі 1:200 або 1:500 залежно від розмірів проектного об'єкта.

Проектування будівельного генерального плану полягає в розташуванні на ньому наступних елементів: складське господарство; транспортні комунікації; будівельні машини; тимчасові адміністративно-побутові приміщення; водо - і енергопостачання, водовідведення.

*Початковими даними* для складання генплану є: генплан об'єкта; основні організаційно-технологічні вирішення проекту; календарний план будівництва об'єкта; потреба в людських і матеріально-технічних ресурсах; тимчасових будівлях і спорудах, воді й електроенергії; рішення з охорони праці й навколишнього середовища.

*Вимоги до генплану:* тимчасові, транспортні й інженерні комунікації повинні мати найменшу протяжність; об'єм і вартість тимчасових будівель і споруд повинні бути мінімальними; адміністративно-побутові приміщення і закриті склади розташовують

поза небезпечною зоною дії монтажних механізмів; відкриті склади і навіси розташовують в зоні дії вантажопідйомних механізмів біля тимчасових доріг, виключаючи додаткові навантажувально-розвантажувальні роботи; забороняється розміщувати тимчасові будівлі й споруди на підземних інженерних мережах; всі елементи будівельного господарства повинні мати розміри в плані і прив'язку щодо об'єкта, який зводиться.

У записці виконують необхідні розрахунки з визначення потреби в тимчасових будівлях і спорудах (табл. 2.10), воді й електроенергії.

Таблиця 2.10 – Експлікація тимчасових будівель і споруд

№ п/п	Найменування	Розміри, м		Кількість	Характеристика
		Довжина	Ширина		

Запас матеріалів ( $З_{ск}$ ), що підлягають зберіганню на складі, розраховують для кожного виду матеріалів:

$$З_{ск} = \frac{З_{об}}{T} \cdot T_n \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (9)$$

де  $З_{об}$  – загальна потреба в матеріалі на планований період;  
 $T_n$  – число днів роботи, на який планується запас (норма запасу);

$k_1, k_2$  – відповідно коефіцієнти нерівномірності надходження і споживання матеріалів,

$$k_1 = 1,1; \quad k_2 = 1,3;$$

$T$  – загальна кількість днів споживання даного виду матеріалу (за графіком).

Норми запасу  $T_n$  встановлюють у кожному окремому випадку залежно від місцевих умов будівництва, способу перевезення матеріалів (додаток 1). Для допоміжних матеріалів, деталей, виробів запас приймають в об'ємі захватки, секції або поверху.

Розрахункову площу складу встановлюють для кожного виду матеріалу:

$$F_p = З_{ск} / f \cdot \beta, \quad (10)$$

де  $f$  – норма складування конструкцій, матеріалів на  $1\text{ м}^2$  площі (додаток 2);

$\beta$  – коефіцієнт використання площі складу, що враховує розміщення проходів, розвантажувальних майданчиків та ін. (додаток 3).

Площа складу  $F_{np}$  повинна бути не менше розрахункової.

Результати розрахунків зводять в табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Розрахунок площі складів

№ п/п	Конструкції, матеріали	Од. виміру	Загальна потреба в матеріалі, $Z_{об}$	Прийнятий запас у днях	Запас зберігання матеріалів	Норма складування, $f$	Коефіцієнт використання складу, $\beta$	Площа складу, $\text{м}^2$		Тип складу	Габарити складу, $\text{м}$	
								Розрахункова	Прийнята		Довжина	Ширина

## 2.6. Розрахунок тимчасових будівель і споруд

Площу тимчасових будівель і споруд визначають за формулою

$$F_i = A \cdot \alpha_i, \quad (11)$$

де  $A$  – максимальна кількість тих, хто працює в зміну, чол.;

$\alpha_i$  – норма площі будівлі  $i$ -того вигляду на одного працюючого,  $\text{м}^2$  (додаток 4).

У розрахунках прийняти максимальну кількість тих, хто працює в зміну 70% від облікового складу, з них 70% чоловіків і 30% жінок. Душем користуються 40% чоловіків і 40% жінок.

Обліковий склад тих, хто працює, знаходять за формулою

$$0 = (N + C + H + K) \cdot 1,06, \quad (12)$$

де  $N$  – максимальна кількість основних робітників, зайнятих на будівельному майданчику (за графіком руху робочої сили), чол.;

$C$  – кількість допоміжних робітників (2...4% від  $N$ ), чол.;

$H$  – кількість інженерно-технічних працівників (6-8% від  $N + C$ ), чол.;

$K$  – кількість молодшого обслуговуючого персоналу (3,5% від  $N + C$ ), чол.;

1,06 – перевідний коефіцієнт з явочного в обліковий склад.

Коротка характеристика тимчасових будівель і споруд наведена в додатку 5.

## 2.7. Розрахунок потреби в електроенергії

Електропостачання будівельного майданчика здійснюється від стаціонарних або пересувних джерел електроенергії.

Тимчасове електропостачання будівельного майданчика проектують в такій послідовності: визначають споживачів електроенергії; виконують розрахунок необхідної потужності джерела електроенергії і розробляють схеми постачання споживачів на будівельному майданчику.

Розрахунковий показник необхідної потужності знаходять з виразу

$$P_{ip} = \alpha \cdot (k_1 \cdot \sum P_M / \cos \phi_1 + k_2 \cdot \sum P_{BO} + k_3 \cdot \sum P_{HO} + k_4 \cdot \sum P_{CB} / \cos \phi_2), \quad (13)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт втрати потужності в мережах залежно від протяжності, перетину та ін., рівний 1,05... 1,1;

$\sum P_M, \sum P_{BO}, \sum P_{HO}, \sum P_{CB}$  – потужність відповідно силових споживачів (кранів); приладів внутрішнього освітлення; зовнішнього освітлення; зварювальних апаратів;

$k_1, k_2, k_3, k_4$  – коефіцієнти попиту залежно від числа споживачів (додаток 6);

$\cos \phi$  – коефіцієнт потужності залежно від кількості й завантаження силових споживачів.

Визначивши необхідну потужність, вибирають джерело електропостачання (додаток 8).

## 2.8. Розрахунок потреби у воді

Загальна витрата води на будмайданчику задовольняє наступні потреби: виробничі, господарсько-побутові й протипожежні.

У дипломному проєкті витрата води на виробничі потреби не визначають.

Тоді сумарна розрахункова витрата води буде рівна (л/с):

$$Q_{об} = Q_{хб} + Q_{пож.}, \quad (14)$$

де  $Q_{хб}, Q_{пож.}$  – відповідно, витрата води на господарсько-побутові й протипожежні потреби;

$$Q_{хб} = \frac{A}{3600} \cdot \left( \frac{m_1 \cdot k_1}{8.2} + m_2 \cdot k_2 \right), \quad (15)$$

де  $m_1$  – норма споживання води на одну людину в зміну (для майданчиків з водовідведенням 20...25 л і без водовідведення – 10...15 л);

$k_1$  – коефіцієнт нерівномірності споживання води ( $k_1 = 1,15$ );

$m_2$  – норма споживання води на прийом одного душу (на одну людину прийняти 30 л);

$k_2$  – коефіцієнт, що враховує відношення тих, хто користується душем, до найбільшої кількості робітників у зміну ( $k_2 = 0,3...0,4$ );

8,2 – тривалість робочої зміни, год.

Мінімальну витрату води для протипожежних цілей визначають з розрахунку одночасної дії двох струменів з гідрантів по 5 л/с на кожний, тобто  $Q_{пож} = 10$  л/с для об'єктів з площею забудови до 10 га.

Діаметр водонапірної водопровідної мережі, мм:

$$D = \sqrt{\frac{4Q_{об} \cdot 1000}{\pi \cdot V}}, \quad (16)$$

де  $V$  – швидкість руху води по трубах (0,9...1,2 м/с).

Здобуті значення округляють до найближчого діаметра за ГОСТом.

### **III. ПРИКЛАД РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ**

#### **3.1. Коротка характеристика об'єкта будівництва**

При складанні прокладки трас використовують матеріали топографічних, геологічних досліджень, рішення із застосування будівельних матеріалів і конструкцій, проектні матеріали, вказані у складі проекту, а також нормативи, що діють для розробки проектів організації будівництва.

Майданчик реконструкції з прокладання трас теплопостачання виробничої будівлі ПП «ХТПФ» знаходиться на вул. Текстильній, 12 в м. Харків.

Під'їзд до будівельного майданчика організований по міських вулицях, що примикають до будмайданчика.

Проектом передбачається цілорічне виконання будівельне – монтажних робіт для системи теплопостачання.

У складі організації будівництва є виробничі підприємства, механізми, транспорт і кваліфіковані кадри.

Будівництво забезпечується:

- місцевими матеріалами;
- збірними конструкціями, залізобетонними, бетонними й сталевими напівфабрикатами та ін.

Доставку будматеріалів і виробів здійснюють за допомогою автомобільного транспорту.

Прокладка трубопроводів буде підземною, двотрубною. Це практично збільшує можливості регулювання і контролю.

#### **3.2. Підрахунок обсягу будівельно-монтажних робіт**

Обсяг будівельно-монтажних робіт визначають відповідно до ДБН А 3.1-5-96 і за кошторисами до проекту.

Результати підрахунків наведені у відомості обсягів основних будівельних, монтажних і спеціальних будівельних робіт.

Обсяги основних робіт виражають у таких цифрах:

- ~ виїмка ґрунту – 340 м<sup>3</sup>;
- ~ відведення ґрунту – 340 м<sup>3</sup>;
- ~ влаштування монолітних залізобетонних конструкцій – 300 м<sup>3</sup>;
- ~ влаштування покрівлі – 430 м<sup>3</sup>;
- ~ монтаж металоконструкцій – 90 т.

### 3.3. Підбір будівельних машин і механізмів

Потреба в основних будівельних машин і транспортних засобах, механізмах наведена в табл. 3.1, виходячи з фізичних обсягів робіт, норм річного виробітку, з урахуванням прийнятих методів виконання робіт.

Глибину траншеї визначають з глибини закладки трубопроводу  $H_3$  і діаметра з ізоляційним покриттям  $D_{із}$ .

$$H_{mp} = H_3 + D_{із} = 0,8 + 0,125 = 0,925 \text{ м},$$

де  $D_{із} = D_{зов} + 2T = 0,109 + 0,016 = 0,125 \text{ м},$

тут  $D_{із}$  – глибина закладки трубопроводу, 0,8 м;

$D_{зов}$  – зовнішній діаметр трубопроводу, м;

$T$  – товщина ізоляційного покриття, згідно з ДБН В 2.5.20-2001 – бітумно-гумова дуже зміцнена, 0,008 м.

Підбирають екскаватор ЕО 2621, ширина ковша – 0,65 м, місткість ковша – 0,25 м<sup>3</sup>.

Ширину траншеї низом визначають за формулою:

$$V = (B_{ков} + S) \cdot 2 \cdot 0,14 \text{ м} = (0,65 + 0,1) \cdot 2 \cdot 0,14 = 0,21 \text{ м},$$

де  $S$  – надбавка на осипання ґрунту, 0,1 м.

Як правило, на будівництві підземної прокладки екскаватор є провідною машиною, тому що він виконує найбільш трудомістку роботу. Для роботи в комплексі з однокошовим екскаватором ми підібрали такі типи машин.

Таблиця 3.1 – Відомість машин і механізмів

Машини і механізми	Коротка технічна характеристика
1	2
Екскаватор: ЕО – 2621	Одноковшовий Ємкість ковша 0,25 м <sup>3</sup> Ширина ковша – 0,65
Бульдозер: ДЗ-42	Потужність - 79 кВт
Трактор: ДТ – 75	Потужність – 14 кВт
	Довжина відвалу – 55 м
	Швидкість підйому відвалу – 0,25 м/с
Самоскид: ДЗ-4	Вантажопідйомність від 3,5 до 5 т



Продовження таблиці 3.1

1	2
ЗІЛ - 555	Вантажопідйомність 4,5 т
<i>Вантажні автомобілі:</i>	
ЗІЛ - 130	Вантажопідйомність 5 т
<i>Автомобільні крани:</i>	
КС-6471	Вантажопідйомність 40 т
КС-2561	Вантажопідйомність 3 т
<i>Лебідка монтажна</i>	Вантажопідйомність від 1 – 10 т

### 3.4. Будівельно-монтажні роботи

#### *Виконання робіт в підготовчий період*

До початку робіт підготовчого періоду виконати комплекс організаційно-підготовчих заходів, передбачених ДБН А 3.1-5-96 і проектом виконання робіт. Ці роботи слід виконувати в наступній технологічній послідовності:

- ~ будівництво тимчасових будівель і споруд;
- ~ відключення водопровідних, електричних, газових, каналізаційних та інших мереж, вжиття заходів проти їх пошкодження, зняти антени та інші установки;
- ~ після закінчення робіт підготовчого періоду приступити до робіт основного періоду.

Будівельні, монтажні й спеціальні роботи вести потоково-індустріальним методом при максимально можливому їх поєднанні. При виконанні будівельно-монтажних робіт упроваджувати комплексну механізацію з максимальним використанням найбільш продуктивних машин, а також засобів малої механізації.

#### *Монтаж будівельних конструкцій*

Виконання робіт із спорудження і монтажу будівельних конструкцій слід виконувати відповідно до вимог:

СНиП III-15-76 – при спорудженні монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій фундаментів, опор під трубопроводи, камер та інших конструкцій, а також при замонолічуванні стиків;

СНиП III-16-80 – при монтажі збірних бетонних і залізобетонних конструкцій;

СНиП III-18-75 – при монтажі металевих конструкцій опор, прольотних будов під трубопроводи та інших конструкцій;

СНиП III-20-74 – при гідроізоляції каналів (камер) та інших будівельних конструкцій (споруд);

СНиП III-23-76 – при захисті будівельних конструкцій від корозії.

До початку монтажно-будівельних робіт мають бути виконані такі підготовчі роботи:

- ~ підведена електроенергія для механізмів і зварювальних робіт;

- ~ узгоджений із заводами-виготовниками і транспортною організацією графік доставки збірних конструкцій і завезений нормативний запас.

Подачу будівельних матеріалів проводити краном КС-6471.

При виконанні монтажних робіт забезпечити відсутність людей в небезпечній зоні, вказаній на генбудплані.

Збірні конструкції доставляти до місця монтажу автотранспортом, розвантажувати кранами й складувати в зоні їх дії.

Зовнішні поверхні каналів, що поставляються на трасу елементів, і камер мають бути покриті обмазувальним покриттям або оклеечною гідроізоляцією відповідно до робочих креслень.

Установку елементів каналів (камер) в проектне положення слід виконувати в технологічній послідовності, пов'язаній з проектом виконання робіт з монтажу і попереднього випробування трубопроводів на міцність і герметичність.

Опорні подушки під ковзані опори трубопроводів повинні установлюватися на відстанях, передбачених у СНиП.

Монолітні нерухомі щитові опори слід виконувати після монтажу трубопроводів на ділянці щитової опори.

У місцях введення трубопроводів безканальної прокладки в канали, камери й будівлі (споруди) футляри прохідних сальників треба надягати на труби під час їх монтажу.

На введеннях трубопроводів підземної прокладки в будівлі мають бути влаштовані (відповідно до робочих креслень) пристрої, що запобігають проникненню газу в будівлі.

До установки верхніх лотків (плит) канали мають бути очищені від ґрунту, сміття і снігу.

Відхилення ухилів дна каналу теплової мережі і дренажних трубопроводів від проектного допускається на величину 0,0005, при цьому фактичний ухил має бути не менше мінімального допустимого за СНиП II-г. 10-73\* (II-36-73\*).

Відхилення параметрів установки інших будівельних конструкцій від проектних повинне відповідати вимогам СНиП III-15-76, СНиП III-16-80 і СНиП III-18-75.

Проектом організації будівництва і проектом виконання робіт має бути передбачене випереджаюче будівництво дренажних насосних пристроїв з випуску води відповідно до робочих креслень.

До укладання у траншею дренажні труби мають бути оглянуті й очищені від ґрунту і сміття.

Пошарове обсіпання дренажних трубопроводів (окрім трубофільтрів), гравієм і піском необхідно виконувати з використанням інвентарних розділових форм.

Прямолінійність ділянок дренажних трубопроводів між суміжними колодязями слід перевіряти оглядом «на світло» за допомогою дзеркала до і після засипки траншеї. Відбите в дзеркалі коло труби повинне мати правильну форму. Допустима величина відхилення від кола по горизонталі мусить бути не більше 0,25 діаметра труби, але не більше 50 мм в кожную сторону.

Відхилення від правильної форми кола по вертикалі не допускається.

### ***Монтаж трубопроводів***

Монтаж трубопроводів має бути виконаний спеціалізованими монтажними організаціями, при цьому технологія монтажу повинна забезпечувати високу експлуатаційну надійність роботи трубопроводів.

Деталі, елементи трубопроводів (компенсатори, грязьовики, ізольовані труби, а також вузли трубопроводів та інші вироби) мають бути виготовлені централізовано (у заводських умовах, цехах, майстернях) відповідно до стандартів, технічних умов і проектної документації.

Укладання трубопроводів у траншею, канал або на надземні конструкції слід проводити за технологією, передбаченою проектом виконання робіт, що виключає виникнення залишкових деформацій у трубопроводах, порушення цілісності протикорозійного покриття і теплової ізоляції шляхом застосування відповідних монтажних пристроїв, правильної розстановки одночасно працюючих вантажопідйомних машин і механізмів.

Конструкція кріплення монтажних пристроїв до труб повинна забезпечувати збереження покриття і ізоляції трубопроводів.

Прокладку трубопроводів у межах щитової опори необхідно виконувати із застосуванням труб максимальної довжини. При цьому зварні поперечні шви трубопроводів мають бути, як правило, розташовані симетрично щодо щитової опори.

Укладання труб діаметром понад 100 мм з поздовжнім або спіральним швом слід виконувати із зсувом цих швів не менше ніж на

100 мм. При укладанні труб діаметром менше 100 мм зсув швів повинен бути не менше триразової товщини стінки труби.

Поздовжні шви повинні знаходитися в межах верхньої половини кола труб, що укладаються.

Крутовигнуті й штамповані відведення трубопроводів зварюють між собою без прямої ділянки.

Приварювання патрубків і відведень у зварні стики й гнуті елементи не допускається.

При монтажі трубопроводів рухомі опори й підвіски мають бути зміщені щодо проектного положення на відстань, указану в робочих кресленнях, у бік, зворотний переміщенню трубопроводу в робочому стані.

За відсутності даних в робочих кресленнях рухомі опори і підвіс, а горизонтальних трубопроводів мають бути зміщені з урахуванням поправки на температуру зовнішнього повітря при монтажі на таку величину:

1) ковзані опори й елементи кріплення підвісок до труби – на половину теплового подовження трубопроводу в місці кріплення;

2) коткових опор – на чверть теплового подовження.

Пружинні підвіски при монтажі трубопроводів треба затягувати відповідно до робочих креслень.

Під час виконання гідравлічних випробувань паропроводів діаметром 400 мм і більше слід встановлювати в пружинних підвісках розвантажний пристрій.

Трубопровідну арматуру слід вмонтовувати в закритому стані. Фланцеві й приварні з'єднання арматури мають бути виконані без натягу трубопроводів.

Відхилення від перпендикулярності плоскості фланця, привареного до труби, по відношенню до осі труби не повинно перевищувати 1% зовнішнього діаметра фланця, але бути не більше 2 мм по верху фланця.

Компенсатори сільфонів (хвилясті) і сальникові слід вмонтовувати в зібраному вигляді.

При підземній прокладці теплових мереж установка компенсаторів у проектне положення допускається тільки після виконання попередніх випробувань трубопроводів на міцність і герметичність зворотною засипкою трубопроводів безканальної прокладки, каналів, камер і щитових опор.

Осьові компенсатори сільфонів і сальникові слід встановлювати на трубопроводи без перелому осей компенсаторів і осей трубопроводів.

Відхилення від проектного положення приєднувальних патрубків компенсаторів при їх установці й зварюванні мають бути не більше вказаних в технічних умовах на виготовлення і постачання компенсаторів.

При монтажі компенсаторів сільфонів не допускається їх скручування щодо поздовжньої осі і провисання під дією власної ваги і ваги примикаючих трубопроводів. Строповку компенсаторів слід проводити тільки за патрубки.

Розтяжку компенсаторів до монтажної довжини треба здійснювати за допомогою пристроїв, передбачених конструкцією компенсаторів, або монтажними натягачами.

Розтяжку П-подібного компенсатора слід виконувати після закінчення монтажу трубопроводу, контролю якості зварних стиків (окрім замикаючих стиків, використовуваних для натягу) і закріплення конструкцій нерухомих опор.

Розтяжка компенсатора має бути проведена на величину, вказану в робочих кресленнях, з урахуванням поправки на температуру зовнішнього повітря при зварці замикаючих стиків.

Розтяжку компенсатора необхідно виконувати одночасно з двох сторін на стиках, розташованих на відстані не менше 20 і не більше 40 діаметрів трубопроводу від осі симетрії компенсатора, за допомогою стяжних пристроїв, якщо інші вимоги не обґрунтовані проектом.

На ділянці трубопроводу між стиками, використовуваними для розтяжки компенсатора, не слід проводити попередній зсув опор і підвісок у порівнянні з проектом (робочим проектом).

Безпосередньо перед збиранням і зваркою труб треба провести візуальний огляд кожної ділянки на відсутність у трубопроводі сторонніх предметів і сміття.

Відхилення ухилу трубопроводів від проектного допускається на величину 0,0005. При цьому фактичний ухил має бути не менше мінімального допустимого за СНиП II-Г.10-73\* (II-36-73\*).

Рухомі опори трубопроводів повинні прилягати до опорних поверхонь конструкцій без зазору й перекосу.

При виконанні монтажних робіт підлягають прийманню із складанням актів огляду за формою, наведеною в СНиП 3.01.01-85, наступні види робіт: підготовка поверхні труб і зварних стиків під протикорозійне покриття; виконання протикорозійного покриття труб і зварних стиків.

Захист теплових мереж від електрохімічної корозії має бути виконаний відповідно до інструкції із захисту теплових мереж від електрохімічної корозії.

### ***Організація внутрішньомайданчикових перевезень***

За умовами будівництва вантажопотоки ґрунту, місцевих матеріалів і напівфабрикатів здійснюють автотранспортом. Рух автотранспорту допускається тільки за заздалегідь наміченими маршрутами, що враховують мінімальну відстань перевезень. Це збільшує пропускну спроможність автодоріг. З цією метою дороги нумерують і номер доріг, по яких повинен рухатися автомобіль, указують в шляховому листі.

Всі дороги обладнують спеціальними показниками і дорожніми знаками.

Рух на будівельному майданчику повинен контролюватися і регулюватися службою безпеки руху генпідрядчика.

Потребу в автомобільному транспорті визначають шляхом розрахунку обсягів вантажообігу на підставі вироблення, транспортних засобів, вибраних організацією і технології будівництва.

### **3.5. Земляні роботи**

Земляні роботи й роботи з влаштування основ необхідно виконувати відповідно до вимог СНиП III-8-76, СНиП 3.02.01-83, СН 536-81 і цього підрозділу.

Найменша ширина дна траншеї при безканальній прокладці труб має бути рівною відстані між зовнішніми боковими гранями ізоляції крайніх трубопроводів теплових мереж (попутного дренажу) з додаванням на кожную сторону для трубопроводів умовним діаметром  $D_y$  до 250 мм – 0,30 м, більше 250 до 500 мм – 0,40 м, більше 500 до 1000 мм – 0,50 м; ширину прямиків у траншеї для зварки і ізоляції стиків труб при безканальній прокладці трубопроводів слід приймати рівною відстані між зовнішніми боковими гранями ізоляції крайніх трубопроводів з додаванням 0,6 м на кожную сторону, довжину прямиків – 1,0 м і глибину від нижньої грані ізоляції трубопроводів – 0,7 м.

При необхідності роботи людей між зовнішніми гранями конструкції каналу і стінками або укусами траншеї ширина між зовнішніми гранями конструкції каналу і стінками або укусами

траншеї «в світу» має бути не менше: 0,70 м – для траншей з вертикальними стінками і 0,30 м – для траншей з укосами.

Зворотну засипку траншей при безканальній прокладці трубопроводів слід виконувати після проведення попередніх випробувань трубопроводів на міцність і герметичність, повного виконання ізоляційних і будівельно-монтажних робіт.

Зворотну засипку треба проводити у такій технологічній послідовності:

- ~ підбиття пазух між трубопроводами безканально прокладки і основою;

- ~ рівномірна одночасна засипка пазух між стінками траншей і трубопроводів при безканальній прокладці, а також між стінками траншеї і каналу, камери при канальній прокладці на висоту не менше 0,20 м над трубопроводами, каналами, камерами;

- ~ засипка траншеї до проектних позначень.

Зворотну засипку траншей (котлованів), на які не передаються додаткові зовнішні навантаження (окрім власної ваги ґрунту), а також траншей (котлованів) на ділянках перетину з існуючими підземними комунікаціями, вулицями, дорогами, проїздами, площами та іншими спорудами населених пунктів і промислових майданчиків слід виконувати відповідно до вимог СНиП III-8-76.

Після відключення пристроїв тимчасового водозниження канали і камери мають бути візуально оглянуті на відсутність у них ґрунтових вод.

### **3.6. Теплова ізоляція трубопроводів**

Монтаж теплоізоляційних конструкцій і захисних покриттів слід проводити відповідно до вимог СНиП.

Зварні й фланцеві з'єднання не повинні бути ізольовані на ширину 150 мм по обидві сторони з'єднань до виконання випробувань трубопроводів на міцність і герметичність.

Можливість виконання ізоляційних робіт на трубопроводах, що підлягають реєстрації відповідно до правил Держміськтехнагляду, до виконання випробувань на міцність і герметичність необхідно погоджувати з місцевим органом Держміськтехнагляду.

При виконанні заливної і засипної ізоляції при безканальній прокладці трубопроводів необхідні тимчасові пристрої, що запобігають спливанню трубопровода, а також попаданню в ізоляцію ґрунту.

### **3.7. Визначення тривалості виконання окремих технологічних комплексів і ув'язка їх в часі**

Календарно-планові нормативи – це нормативи руху виробництва. Норматив – це розрахункова величина витрат чого-небудь. Норма – правило, керівний початок, узаконений порядок.

Види нормативів:

1) за типом виробництва

- валова продукція;
- програма;
- партія;
- серія;
- ритм, такт;
- періодичність запуску;
- тривалість циклу.

Основне завдання полягає в забезпеченні узгодженого й комплектного ходу виробництва і рівномірного випуску продукції шляхом організації своєчасної підготовки і запуску виробу у виробництво на основі циклових планів-графіків виконання замовлень.

Для заготівельних і оброблювальних цехів ПУЄ може бути комплект деталей на замовлення.

Характерною межею ОКП є зв'язок планування з технічною підготовкою виконання кожного замовлення.

### **3.8. Контроль якості будівельно-монтажних робіт**

Контроль за якістю будівельно-монтажних робіт повинен здійснюватися згідно з методикою міжнародної системи якості будівельно-монтажних робіт ДСТУ ISO 9004-1-95, ОСТУ ISO 9002-95 і ISO 9014-98, відповідно до якої повинні виконуватися наступні види контрольного:

~ вхідний контроль якості за робочою документацією, матеріалами й конструкціями з оформленнями відповідної документації;

~ операційний контроль над виконуваними роботами з оформленням документації;



Таблиця 3.2 – Календарний графік

№ п/п	Обґрунтування ЕНіР	Найменування робіт	Обсяг робіт		Норма часу	Трудомісткість		Склад		Зміни	Дні
			Од. виміру	Кількість		Нормативна	Прийнята	Професія	Розряд		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2-59-5	Нівеляція	м	195	0,07-48	14,6	12,5	Технорабітник	1 чол. 2 розряд	1	6,25
2	25-14	Розвантаження труб	шт.	20	0,1	2	1,8	Такелажник	1 чол. 3 розряд 1 чол. 2 розряд	1	0,9
3	9-2-1	Збирання і центрування труб	м	195	0,04	7,8	7,2	Монтажник	1 чол. 6 розряд	1	3,6
4	22-2-2	Зварювання труб	стик	13	0,26	3,4	3,1	Зварювальник	1 чол. 5 розряд 1 чол. 4 розряд	1	1,5

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	9-2-12	Ізоляція поворотів стиків	стик	13	1,02	13,3	12,5	Ізолювальник	1 чол. 4 розряд 1 чол. 3 розряд	1	6,2
6	2-1-47	Розтин шуфрів	м <sup>2</sup>	0,98	1,5	1,77	1,22	Землекоп	1 чол. 2 розряд	1	0,6
7	9-2-35	Підвіска комунікацій	м <sup>3</sup>	2,94	0,75	2,2	1,97	Трубоукладач	1 чол. 4 розряд	1	0,9
8	2-1-11	Розробка траншей екскаватором	м <sup>3</sup>	117	0,1-0,5	12,4	11,8	Машиніст	1 чол. 4 розряд	1	5,9
9	2-1-47	Розробка приймачів	м <sup>3</sup>	6,6	1,5	9,9	8,3	Землекоп	1 чол. 2 розряд	1	4,3
10	22-2-1	Зварювання секцій	шт.	7	0,16	1,12	1,02	Зварювальник	1 чол. 5 розряд 1 чол. 4 розряд	1	0,5
11	11-5-80	Радіографічний контроль	шт.	2	1,7	3,4	2,9	Лаборант	1 чол. 2 розряд	1	0,4
12	9-2-12	Ізоляція неповоротних стиків	стик	7	0,39	2,3	1,7	Ізолювальник	1 чол. 4 розряд 1 чол. 3 розряд	1	0,8

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	2-1-31	Засипка буль-дозером	м <sup>3</sup>	87,8	0,07-5	6,8	6,2	Машиніст	1 чол. 5 розряд	1	3,1
14	2-1-29	Ущільнення ґрунту	м <sup>3</sup>	87,8	0,00-58	0,5	0,47	Тракторист	1 чол. 6 розряд	1	0,2
15	2-1-54	Завантажен-ня зайвого ґрунту на самоскид	м <sup>3</sup>	9,5	0,6	5,8	5,3	Землекоп	1 чол. 2 розряд 1 чол. 1 розряд	1	2,6
16	9-2-9	Випробуван-ня на гер-метичність	м	195	0,06	11,7	10,6	Монтажник	1 чол. 6 розряд 1 чол. 4 розряд 1 чол. 3 розряд	1	5,3
17	9-2-37	Зняття мостів	шт.	3	0,3	0,9	0,87	Столяр	1 чол. 3 розряд 1 чол. 2 розряд	1	0,4
18	9-2-35	Зняття підвісок комунікацій	м	2,91	0,38	11	0,92	Трубоукладач	1 чол. 4 розряд	1	0,4

~ приймальний контроль з оформленням відповідної документації.

При вхідному контролі робочої документації проводиться перевірка її комплектності й достатності технічної інформації, що містить в ній, для виконання робіт, а також технологічності проектних рішень.

При вхідному контролі будівельних конструкцій, виробів, матеріалів і устаткування перевіряють зовнішнім оглядом їх відповідність вимогам стандартів або інших нормативних документів і робочої документації, а також наявність і зміст паспортів, сертифікатів та інших супровідних документів.

Операційний контроль здійснюють у ході виконання будівельних процесів або виробничих операцій, він повинен забезпечувати своєчасне виявлення дефектів і вжиття заходів щодо їх попередження.

При операційному контролі слід перевіряти дотримання технології виконання будівельно-монтажних процесів, а також відповідність виконуваних робіт робочим кресленням, будівельним нормам, правилам і стандартам. Результати операційного контролю слід вносити до журналу робіт.

Забороняється виконання подальших робіт при відсутності актів огляду попередніх прихованих робіт. Відповідальні конструкції підлягають прийманню у процесі прокладки трас в міру їх готовності із складанням акту проміжного приймання.

Контроль якості зварювальних робіт і зварних з'єднань трубопроводів слід виконувати шляхом:

~ перевірки справності зварювального обладнання і вимірювальних приладів, якості вживаних матеріалів;

~ операційного контролю у процесі збирання і зварки трубопроводів;

~ зовнішнього огляду зварних з'єднань і вимірювання розмірів швів;

~ перевірки суцільності стиків неруйнівними методами контролю – радіографічним (рентгенівськими або гамма-променями) або ультразвуковою дефектоскопією;

~ випробувань на міцність і герметичність.

При операційному контролі якості зварних з'єднань сталених трубопроводів треба перевірити відповідність стандартам конструктивних елементів і розмірів зварних з'єднань (притуплення і зачистка кромки, величина зазорів між кромками, ширина і посилення

зварного шва), а також технологію і режим зварки, якість зварювальних матеріалів, прихваток і зварного шва.

Всі зварні стики підлягають зовнішньому огляду і вимірюванню.

Стики трубопроводів, зварені без підкладного кільця з підваривом кореня шва, піддаються зовнішньому огляду і вимірюванню розмірів шва зовні й усередині труби, в решті випадків – тільки зовні. Перед оглядом зварний шов і прилеглі до нього поверхні труб мають бути очищені від шлаку, бризок розплавленого металу, окалини та інших забруднень на ширину не менше 20 мм (по обидві сторони шва).

Результати зовнішнього огляду і вимірювання розмірів зварних з'єднань вважають задовільними, якщо:

- ~ відсутні тріщини будь-яких розмірів і напрямів у шві в прилегаючій зоні, а також підрізи, напливи, пропалення, незаварені кратери й свищі;

- ~ розміри і кількість об'ємних включень і западань між валиками не перевищують заданих значень;

- ~ розміри непроварення, угнутості й перевищення проплаву в корені шва стикових з'єднань, виконаних без підкладного кільця (при огляді стиків усередині труби), не перевищують заданих значень.

Стики, що не задовольняють перерахованим вимогам, підлягають виправленню або видаленню.

Зварні шви слід бракувати, якщо при перевірці неруйнівними методами контролю виявлені тріщини, незаварені кратери, пропалення, свищі, а також непровари в корені шва, виконаного на підкладному кільці.

При перевірці радіографічним методом зварних швів трубопроводів, на які розповсюджуються вимоги правил Держміськтехнагляду, як допустимі дефекти вважаються пори і включення, розміри яких не перевищують заданих значень.

У разі виявлення неприпустимих дефектів при повторному контролі мають бути проконтрольовані всі стики, виконані даним зварювальником.

Виправленню шляхом місцевої вибірки і подальшого підварива (без повторної зварки всього з'єднання) підлягають ділянки зварного шва з неприпустимими дефектами, якщо розміри вибірки після видалення дефектної ділянки не перевищують заданих значень.

Підрізи слід виправляти наплавленням ниткових валиків шириною не більше 2,0-3,0 мм. Всі виправлені ділянки зварних стиків

мають бути перевірені зовнішнім оглядом, радіографічною або ультразвуковою дефектоскопією.

### **3.9. Основні вимоги з техніки безпеки й охорони праці**

При організації будівельного виробництва необхідно виконувати заходи і роботи з охорони навколишнього природного середовища, які повинні включати рекультивацію земель, запобігання втратам природних ресурсів, запобігання або очищення шкідливих викидів у ґрунт, водоймища і атмосферу. Вказані заходи й роботи мають бути передбачені в проектно-кошторисній документації.

Випуск води з будівельних майданчиків безпосередньо на схили без належного захисту від розмиву не допускається. При виконанні планувальних робіт ґрунтовий шар, придатний для подальшого використання, слід заздалегідь знімати і складувати у спеціально відведених місцях.

У процесі виконання бурових робіт, що досягають водоносних горизонтів, необхідно вживати заходи із запобігання неорганізованого зливу підземних вод.

Виробничі й побутові стоки, що утворюються на будівельному майданчику, повинні очищатися і знешкоджуватися в порядку, передбаченому проектом організації будівництва і проектами виконання робіт.

Попутна розробка природних ресурсів допускається тільки за наявності проектної документації, узгодженої з відповідними органами державного нагляду і місцевою адміністрацією.

На період будівництва передбачають пожежогасіння від існуючого водопроводу.

У нічний час дороги на будівельному майданчику, а також місця розташування гідрантів мають бути освітлені.

При перетині дороги інженерними комунікаціями, в необхідних випадках, передбачають влаштування переїздів або об'їздів.

На видних місцях території будівництва мають бути вивішені протипожежні плакати і покажчики.

Будівельний майданчик повинен бути забезпечений засобами пожежогасіння: водою, піском, вогнегасниками і протипожежним інвентарем. Має бути змонтований пожежний щит. У комплект його входить: ящик з піском об'ємом 0,8 м<sup>3</sup>, лопата, багор, відро, 2 вогнегасники ОУ-5.

Наповнені й порожні балони слід зберігати роздільно. Тримати в одному приміщенні балони з киснем і балони з іншими газами забороняється.

На будівельному майданчику генпідрядчик зобов'язаний організувати пожежні пости, а також визначити особливо небезпечні зони в пожежному відношенні й режим роботи в межах цих зон.

Заходи з пожежної безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт мають бути розроблені у проекті.

При виконанні будівельно-монтажних робіт слід дотримувати вимоги СНиП 3-4-80, правила безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів, а також правила техніки безпеки, затверджені органами державного нагляду і відповідними міністерствами та відомствами за узгодженням з Держбудом України.

Металеві частини будівельних машин і механізмів з електроприводом мають бути заземлені.

При роботі екскаватора не дозволяється знаходитися під ковшом або стрілою, перебувати стороннім у радіусі дії екскаватора плюс 5 м.

Монтаж арматури поблизу електропроводів, що знаходяться під напругою, забороняється.

Ручки електроінструменту мають бути захищені від дії електричного струму.

Після закінчення робочої зміни прибирати робочі місця, необхідні для подальшої роботи деталі, інструмент і пристрої надійно закріпити і вжити заходи, що запобігають можливості їх падіння.

Швидкість руху автотранспорту на будівельному майданчику не повинна перевищувати 10 км/год, а на поворотах і в робочих зонах кранів – 5 км/год.

**ЗАВДАННЯ НА РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНУ  
РОБОТУ З МОНТАЖУ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ**



Таблиця 1 – ЗАВДАННЯ

№ варі-анту	Вид прокладки	Діаметр трубопроводу	Глибина закладання	Наявність ґрунтових вод	Сезон виконання робіт	Улаштування теплової ізоляції
1	канальна	260	1,8	+	літо	25
2	безканальна	50	1,2	-	весна	70
3	канальна	50	3,2	-	зима	30
4	безканальна	70	1,2	-	літо	35
5	канальна	80	2,4	+	весна	40
6	безканальна	90	1,2	-	зима	45
7	канальна	100	2,4	+	літо	50
8	безканальна	110	1,2	-	весна	55
9	канальна	130	2,4	-	зима	60
10	безканальна	160	1,2	-	літо	65
11	канальна	210	3,2	+	весна	70
12	безканальна	230	0,9	-	зима	25
13	канальна	260	3,2	-	літо	70
14	безканальна	50	1	-	весна	30
15	канальна	70	3,2	-	зима	35
16	безканальна	80	1,2	-	літо	40
17	канальна	90	3,2	+	весна	45
18	безканальна	100	1,2	-	зима	50
19	безканальна	110	1,2	-	літо	55
20	безканальна	130	1,4	-	весна	60
21	канальна	150	3,2	-	зима	65
22	безканальна	160	1,4	-	літо	70
23	безканальна	210	1,4	-	весна	35
24	безканальна	230	1,4	-	зима	40
25	канальна	290	3,2	+	літо	45
26	безканальна	50	1,4	-	весна	50
27	безканальна	70	1,6	-	зима	55
28	безканальна	100	1,8	-	літо	60
29	канальна	130	1,8	+	весна	65

Таблиця 2 – Вимоги до розміщення трубопроводів при їх прокладці у непрямокутних каналах, тунелях

Умовний прохід трубопроводів	Відстань від поверхні теплоізоляційної конструкції трубопроводів			
	до стіни каналу	до поверхні теплоізоляційної конструкції суміжного трубопроводу	до перекриття каналу	До дна каналу
25-80	70	100	50	100
100-250	80	140	50	150
300-350	100	160	70	150
400	100	200	70	180
500-700	110	200	100	180
800	120	250	100	200
900-1400	120	250	100	300

Таблиця 3 – Габарити однокоміркових каналів

Марка каналу	Габарити каналів, м		Бетон збірний, м³	Сталь, кг
	А	Н		
КЛ 60-30	0,6	0,3	0,47	29,2
КЛ 60-45	0,6	0,45	0,53	30,6
КЛ 90-45	0,9	0,45	0,76	56,2
КЛ 60-60	0,6	0,6	0,61	40,1
КЛ 90-60	0,9	0,6	0,84	58
КЛ 120-60	1,2	0,6	1,12	101,9
КЛ 150-60	1,5	0,6	1,62	143
КЛ 210-60	2,1	0,6	2,56	240,2
КЛс 90-90	0,9	0,9	0,84	87,4
КЛс 120-90	1,2	0,9	1,24	139,4
КЛс 150-90	1,5	0,9	1,76	177,8
КЛс 120-120	1,2	1,2	1,38	148,6
КЛс 159-120	1,5	1,2	1,94	188,6
КЛс 210-210	2,1	1,2	2,82	299,2

Таблиця 4 – Основні розміри безканальної прокладки в сухих ґрунтах

Тип прокладки	Діаметр ізоляції		Основні розміри, мм						
	по- даю- щої $D_2$	зворотньої $D_3$	$A$	$l$	$B$	$B$	$g$	$K$	$h$
Б-50	249	99	1150	350	550	600	250	100	280
Б-70	249	118	1150	350	550	600	250	100	280
Б-80	301	131	1150	350	550	600	250	100	280
Б-100	311	160	1250	400	600	650	300	150	310
Б-125	361	185	1350	500	650	700	300	150	310
Б-150	411	211	1350	500	650	700	350	150	410
Б-200	464	271	1500	550	700	800	350	150	430
Б-250	516	325	1600	600	750	850	350	200	460
Б-300	567	377	1700	650	800	900	400	200	480
Б-350	612	429	1850	700	850	1000	400	250	510
Б-400	666	478	2000	800	950	1050	450	250	530
Б-450	712	530	2200	900	1050	1150	450	250	560
Б-500	756	581	2300	1000	1100	1200	450	250	580
Б-600	854	682	3100	1300	1500	1600	450	250	630
Б-700	952	772	3300	1400	1600	1700	450	250	680
Б-800	1050	872	3500	1500	1700	1800	500	300	730
Б-900	1152	972	3700	1600	1800	1900	500	300	780
Б-1000	1250	1072	3900	1700	1900	2000	500	300	830

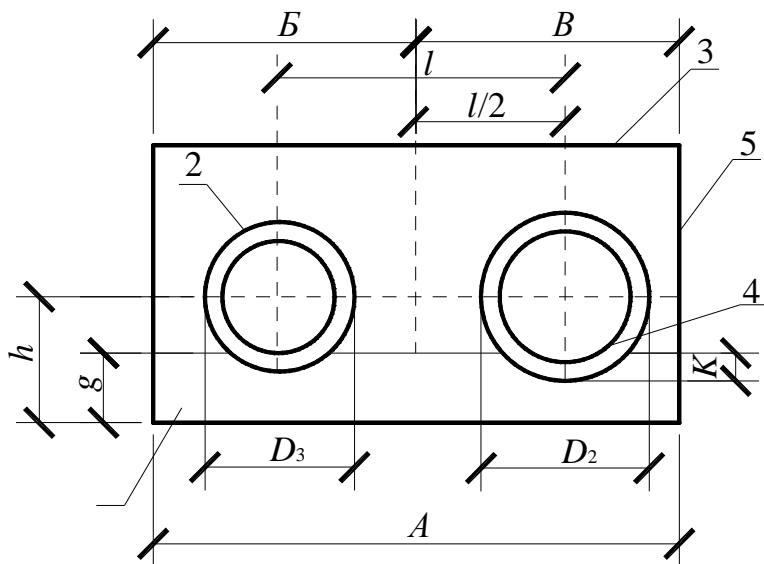


Рис. 1 – Схема безканальної прокладки теплових мереж у сухих ґрунтах:

- 1 – пісок крупнозернистий;
- 2 – зворотний трубопровід;
- 3 – прямий трубопровід;
- 4 – оболонки з автоклавного пінобетону;
- 5 – кріплення траншеї дошками;
- 6 – інвентарна розпірка

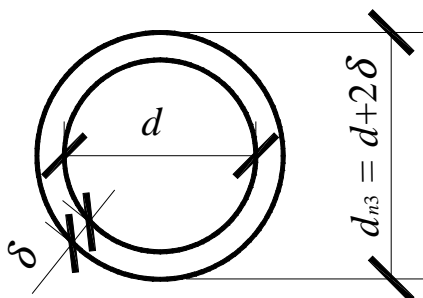


Рис. 2 – Визначення зовнішнього діаметра ізолюваного трубопроводу

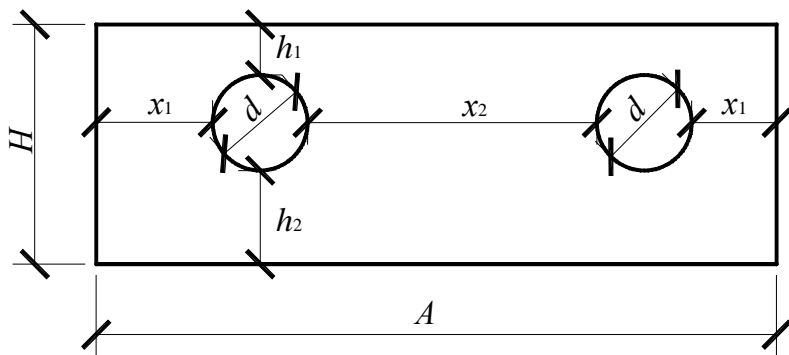


Рис. 3 – Визначення мінімального розміру каналу

### Приклад:

$$d_{n3} = d + 2\delta.$$

Необхідна ширина каналу:

$$A_{mp} = 2x_1 + x_2 + 2d_{n3}.$$

Необхідна висота каналу:

$$H_{mp} = h_1 + h_2 + d_{n3}.$$

$$d = 100 \text{ мм}; \quad \delta = 50 \text{ мм};$$

$$d_{n3} = d + 2\delta = 100 + 2 \cdot 50 = 200 \text{ мм}.$$

Із таблиці 2 вибираємо:

$$h_1 = 50 \text{ мм}; \quad h_2 = 150 \text{ мм}; \quad x_1 = 80 \text{ мм}; \quad x_2 = 140 \text{ мм}.$$

Необхідна ширина каналу:

$$A_{mp} = 2x_1 + x_2 + 2d_{n3} = 2 \cdot 80 + 140 + 2 \cdot 200 = 700 \text{ мм}.$$

Необхідна висота каналу:

$$H_{mp} = h_1 + h_2 + d_{n3} = 50 + 150 + 200 = 400 \text{ мм}.$$

Із таблиці 3 вибираємо канал:

$$\text{КЛ 90-45}; \quad A = 900 \text{ мм}; \quad H = 450 \text{ мм}.$$

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бережнов В.О., Шульга М.О. Влаштування і експлуатація теплових і газових мереж. – К.: НМК В, 1992. – 124 с.
2. Методичні вказівки і завдання до виконання практичної роботи «Вибір і розрахунок машин і механізмів для проведення земляних робіт на будівництві підземних газопроводів». Укл. Клімко П.М. – р. Немирів; НБТ. – 18 с.
3. СНиП 2.04.07 – 86. Тепловые сети / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 48 с.
4. СНиП 3.05.03-85. Тепловые сети / Госстрой СРСР. – М.: ЦИТП Госстрой СССР, 1986. – 32 с.
5. СНиП 3.01.01-85. Организация строительного производства / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстрой СССР, 1986. – 35 с.

## **ДОДАТКИ**



**Додаток 1****Норма запасу матеріалів (у днях) при доставці автомобільним транспортом**

№ п/п	Конструкції, вироби, матеріал	Дальність перевезення, км	
		до 15	більше 15
1.	Збірні залізобетонні конструкції	2...3	3...5
2.	Металоконструкції	3...5	8...15
3.	Пісок, щебінь, гравій	1...3	3...5
4.	Лісоматеріали	4...5	8...15
5.	Цемент, цегла	5...6	7...10
6.	Віконні й дверні блоки	6...8	9...12
7.	Руберойд	2...3	3...6
8.	Бітум	3...5	7...10
9.	Лаки, фарби	3...5	9...12
10.	Хвилясті азбестоцементні листи	3...5	6...9
11.	Скло	5...6	7...9

## Норми складування матеріалів

№ п/п	Конструкції, виробн, матеріали	Од. виміру	Норма складування на 1 м <sup>2</sup>	Способи зберігання
1.	Залізобетонні, бетонні, ригелі, балки	м <sup>3</sup>	0,65...0,8	Відкритий
2.	Плити перекриття, сходові марші й майданчики	м <sup>3</sup>	0,8...1,2	Відкритий
3.	Металоконструкції	т	0,9...2,2	Відкритий
4.	Стінні панелі, перегородки	м <sup>3</sup>	0,5...0,8	Відкритий
5.	Цегла будівельна	шт.	700...750	Відкритий
6.	Цемент, вапно	т	0,6...0,8	Закритий
7.	Ліс пиляний	м <sup>3</sup>	1,2...1,8	Навіс
8.	Віконні й дверні блоки	м <sup>2</sup>	15...20	Закритий
9.	Скло віконне	м <sup>2</sup>	200-300	Навіс
10.	Руберойд подвійний	рулон	15...22	Навіс або закритий
11.	Хвилясті азбестоцементні листи	т	2...3	Навіс
12.	Плитка метлахська	м <sup>2</sup>	70...80	Закритий
13.	Паркет	м <sup>2</sup>	50	Закритий
14.	Фарби	т	0,3	Закритий

**Коефіцієнти використання площі складів**

<b>Закритий:</b>	
опалювальний	0,6...0,7
неопалювальний	0,5...0,7
навісний	0,5...0,6
<b>Відкритий для зберігання :</b>	
лісоматеріалів	0,4...0,5
нерудних будівельних	
матеріалів	0,6...0,7

Додаток 4

Показники для визначення потреби в адміністративно-побутових тимчасових будівлях

№ п/п	Приміщення	Показники	Од. виміру	Нормативи
1.	Контора будівництва	Площа на одного ІТП, службовця	м <sup>2</sup>	4
2.	Вбиральні, роздягальні	Зберігання вуличної одяг в одинарних закритих шафах	м <sup>2</sup>	0,6 (за складом робітників)
3.	Вмивальні	Кількість чоловік на один кран	чол.	7
		Площа на один кран	м <sup>2</sup>	1,5
4.	Душові	Кількість чоловік на одну сітку	чол.	3...5
		Площа на одну сітку	м <sup>2</sup>	2...5
5.	Вбиральні	Кількість чоловік на одну підлогову чашу (очко)	чол.	15
		Площа на одну чашу	м <sup>2</sup>	3,0
6.	Приміщення для обігріву робітників	Площа на одного працюючого	м <sup>2</sup>	0,1
7.	Комора для зберігання інвентарю	Об'єктна	м <sup>2</sup>	25
8.	Тимчасові ремонтні майстерні		м <sup>2</sup>	20
9.	Прохідна		м <sup>2</sup>	9

## Додаток 5

### Характеристика тимчасових будівель і споруд інвентарного типу

Функціо- нальне призначення	Шифр будівлі проекту	Розміри в плані, м	Корисна площа, м <sup>2</sup>	Конструктивний тип будівель
Контора	420-11-21 м	2×6×2,9	15	Пересувний
- // -	Д-03-К	2×6×2,9	15,7	- // -
- // -	31603	3×6×2,9	16,7	- // -
- // -	31805	3×6,6×2,9	18,3	- // -
- // -	КК-5	3×9×3	25,1	- // -
Вбиральня	104105	3,2×6×4,2	17,2	- // -
- // -	1129-020	3×6×2,9	15,5	- // -
- // -	31600	3×6,6×2,9	18	- // -
- // -	Г-14	3×9×2,9	24,3	- // -
Душова	Д-6	3×9×2,9	24,3	- // -
Вбиральня	Д-09-к	1,3×1,2×2,4	1,4	Контейнер
- // -	У-6	3×9×2,9	24,3	- // -
Комора матеріальна	МС	3×9×2,9	24,3	Пересувна
Комора інструментальна	02.06.2.11	2,4×4,1×3,2	9,2	- // -
Майстерня ремонтно- механічна	701 А-0,5	2×6×3	16	- // -
- // -	РММ	3×9×2,9	24,3	- // -

**Додаток 6****Значення коефіцієнта попиту  $K_c$  й потужності  $\cos\phi$** 

<b>№ п/п</b>	<b>Група споживачів електроенергії</b>	<b><math>K_c</math></b>	<b><math>\cos\phi</math></b>
1.	Баштові крани	0,7	0,5
2.	Зварювальні трансформатори	0,35	0,4
3.	Електричне освітлення лампами розжарювання: внутрішнє зовнішнє	0,8 1,0	1,0 1,0

**Додаток 7****Показники потужності на освітлювану площу**

<b>№ п/п</b>	<b>Показники</b>	<b>Середня освітлюваність, Е, лк</b>	<b>Питома потужність на 1 м<sup>2</sup> площі, Вт</b>
1.	Канторські й громадські приміщення	50	15
2.	Майстерні	50	15
3.	Територія будівництва в районі робіт	2	0,4
4.	Склади	10	2
5.	Головні проходи й проїзди	3	5 кВт/км
6.	Монтаж конструкцій і кам'яна кладка	20	3

## Джерела електропостачання

Трансформаторні підстанції і розподільчі пункти			
Шифр споруди	Найменування	Потужність, Квт	Габаритні розміри, м
КТП	Комплексна трансформаторна підстанція	25,40,63,100,160	1,5×1,9×2,7
КТППН	Комплексна трансформаторна підстанція	100,160	2,6×4,3×3,6
815 Ц	Трансформаторна підстанція з одним вводом	400	3,2×6,2×5,3

## **НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ**

Методичні вказівки до самостійної роботи, виконання практичних завдань та розрахунково-графічної роботи з дисципліни **«Технологія будівельного виробництва і монтажу систем теплогазопостачання і вентиляції»** (для студентів 2-4 курсів усіх форм навчання та слухачів другої вищої освіти з напрямку підготовки 0921 (6.060101) «Будівництво» спеціальності 7.092108 (7.06010107) «Теплогазопостачання і вентиляція»).

Укладач: Гапонова Людмила Вікторівна

Редактор: М. З. Аляб'єв

Комп'ютерне верстання: І. В. Волосожарова

План 2008, поз. 240 М

---

Підп. до друку 19.09.08  
Друк на ризографі  
Зам. №

Формат 60х84 1/16  
Ум. друк. арк. 2,8  
Тираж 100 пр.

Видавець і виготовлювач:  
Харківська національна академія міського господарства  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 731 від 19.12.2001